

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

#4

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of:

KI BONG SONG, ET AL.

For: **HEAD FOR RECORDING AND READING  
OPTICAL DATA AND METHOD OF  
MANUFACTURING THE SAME - UTILITY**

JC979 U.S. PRO  
10/032989  
12/27/01

Honorable Commissioner of  
Patents and Trademarks  
Washington, D.C. 20231

**Request for Priority**

Sir:

Applicant respectfully requests a convention priority for the above-captioned application, namely Korean application number 2001-0074731 filed November 28, 2001.

☒ A certified copy of the document is being submitted herewith.

Respectfully submitted,

BLAKELY, SOKOLOFF, TAYLOR & ZAFMAN

Dated: \_\_\_\_\_

12/27/01

Eric S. Hyman, Reg. No. 30,139

12400 Wilshire Blvd., 7th Floor  
Los Angeles, California 90025  
Telephone: (310) 207-3800

# 대한민국 특허청

## KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출원번호 : 특허출원 2001년 제 74731 호  
Application Number PATENT-2001-0074731

출원년월일 : 2001년 11월 28일  
Date of Application NOV 28, 2001

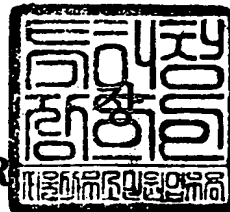
출원인 : 한국전자통신연구원  
Applicant(s) KOREA ELECTRONICS & TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INST



2001 년 12 월 11 일

특 허 청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2001.11.28
【발명의 명칭】	광정보 기록/재생 헤드 및 그 제조 방법
【발명의 영문명칭】	Head for recording and reading optical data and a method of manufacturing the same
【출원인】	
【명칭】	한국전자통신연구원
【출원인코드】	3-1998-007763-8
【대리인】	
【성명】	신영무
【대리인코드】	9-1998-000265-6
【포괄위임등록번호】	2001-032061-5
【발명자】	
【성명의 국문표기】	송기봉
【성명의 영문표기】	SONG,Ki Bong
【주민등록번호】	650625-1683124
【우편번호】	302-150
【주소】	대전광역시 서구 만년동 초원아파트 101-1013
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김정용
【성명의 영문표기】	KIM,Jeong Yong
【주민등록번호】	690305-1056012
【우편번호】	305-308
【주소】	대전광역시 유성구 어은동 한빛아파트 137-708
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	박강호
【성명의 영문표기】	PARK,Kang Ho
【주민등록번호】	650320-1069217

**【우편번호】** 305-503  
**【주소】** 대전광역시 유성구 송강동 한솔아파트 201-1402  
**【국적】** KR  
**【공지예외적용대상증명서류의 내용】**  
**【공개형태】** 학술단체 서면발표  
**【공개일자】** 2001. 10. 16  
**【심사청구】** 청구  
**【취지】** 특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대리인  
신영무 (인)  
**【수수료】**  
**【기본출원료】** 20 면 29,000 원  
**【가산출원료】** 11 면 11,000 원  
**【우선권주장료】** 0 건 0 원  
**【심사청구료】** 16 항 621,000 원  
**【합계】** 661,000 원  
**【감면사유】** 정부출연연구기관  
**【감면후 수수료】** 330,500 원  
**【첨부서류】** 1. 요약서·명세서(도면)\_1통 2. 공지예외적용대상(신규성상실의예외, 출원시의특례)규정을 적용받기 위한 증명서류\_1통[추후제출]

**【요약서】****【요약】**

본 발명은 광정보 기록/재생 헤드 및 그 제조 방법에 관한 것으로, 자체집광(Self focusing)을 유도하기 위하여 3차 비선형 계수가 큰 물질로 에퍼처를 완전히 매립하여 빔의 크기를 반 파장 정도의 크기로 줄이고 광 손실이 거의 없는 포물선 모양으로 빔을 모으므로써, 탐침 끝 부분의 에퍼처에 효과적으로 근접장을 여기시켜 기존 광섬유 탐침보다 투과율이 수백 배 이상 향상된 에퍼처를 포함하는 광정보 기록/재생 헤드 및 그 제조 방법이 개시된다.

**【대표도】**

도 3

**【색인어】**

투과율, 에퍼처, 근접장 방식, 탐침형 방식, 자체 집광, 비선형 물질, As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>

## 【명세서】

## 【발명의 명칭】

광정보 기록/재생 헤드 및 그 제조 방법{Head for recording and reading optical data and a method of manufacturing the same}

## 【도면의 간단한 설명】

도 1은 여러 개의 에퍼처를 가진 탐침의 단면도.

도 2는 종래 기술에 따른 근접장 광학 헤드를 설명하기 위한 단면도.

도 3은 본 발명에 따른 광정보 기록/재생 헤드를 설명하기 위한 사시도.

도 4a 내지 도 4i는 본 발명에 따른 광정보 기록/재생 헤드의 제조 방법을 설명하기 위한 단면도.

도 5는 비선형 물질이 매립된 에퍼처 내에서 발생하는 자체 집광 현상을 도시한 상태도.

도 6은 에퍼처의 크기에 따라 투과율을 나타난 특성 그래프.

도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 광정보 기록/재생 헤드를 설명하기 위한 사시도.

도 8a 내지 8g는 본 발명의 다른 실시예에 따른 광정보 기록/재생 헤드의 제조 방법을 설명하기 위한 단면도.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

11 : 홀더      12 : 탐침

13, 25, 65 : 에퍼처    21, 61 : 실리콘 기판

21a, 61a : 실리콘 경사면    22, 62 : 실리콘 산화막

23, 63 : 실리콘 증착층    24a, 24b, 64a, 64b : 나이트라이드막

26, 66 : 유전체막    27, 67 : 금속 박막

28, 68 : 비선형 물질

**【발명의 상세한 설명】**

**【발명의 목적】**

**【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

<16>      본 발명은 광정보 기록/재생 헤드 및 그 제조 방법에 관한 것으로, 특히 탐침형 방식(AFM 방식 : Atomic Force Microscopy)과 근접장 방식(NSOM 방식 : Near-Field Scanning Optical Microscopy)에서 정보를 기록/재생하기 위하여 에퍼처를 통과하는 레이저 빔의 투과율을 향상시킬 수 있는 광정보 기록/재생 헤드 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

<17>      광 정보 저장 장치에 단위 면적 당 더 많은 정보가 저장되도록 하기 위해서는 기록 광원의 파장을 줄이거나, 집광 렌즈의 개구 수(Numerical Aperture)를 증가시켜야 한다. 파장의 경우 청색 레이저 다이오드(Laser Diode; DL)의 개발이나, 개구 수의 경우 최대 1.0까지 가능하다. 그러나, 이들의 경우 고밀도의 기록



이 요구되는 차세대 정보 저장 장치에는 빛의 회절 한계 등으로 인하여 고밀도로 정보를 기록하는데 한계가 있다.

<18> 이러한 한계를 극복하기 위한 대안 기술로는 AFM(Atomic Force Microscope)의 탐침을 이용한 SPR(Scanning Probe Recording) 기술, 초 해상 매체기술, 빛의 회절한계를 극복한 근접장 탐침을 이용한 기술 등이 있다.

<19> 종래 기술의 제 1 실시예로써, 근접장 광섬유 탐침을 이용한 기술의 경우에는 아주 작은 크기의 에퍼처(Aperture : 수십nm 내지 수백nm)로 출력되는 레이저 빛을 이용한다. 그러나, 근접장 광섬유 탐침의 경우 기계적으로 아주 약하여 부러지기 쉬우며, 여러 개를 한꺼번에 배열하기가 쉽지 않다. 또한, 에퍼처로 출력되는 빛의 투과율(Throughput)이 아주 작아(일반적으로 100nm크기의 에퍼처인 경우 약  $10^{-5}$  내지  $10^{-7}$ ) 기록 및 데이터 처리 속도면에서 실제로 활용하는데 상당한 어려움이 있다. 즉, 광 정보저장 장치에 사용하기 위해서는 고 투과율을 가진 에퍼처가 필요하며, 기계적으로도 마모가 쉽게 되지 않으면서 여러 개로 배열된 탐침이 필요하다.

<20> 종래 기술의 제 2 실시예에서는, 반도체 공정을 통해 여러 개의 에퍼처를 가진 탐침을 제작한다.

<21> 도 1을 참조하면, 다수의 홀더(11)가 구비되고 홀더(11)의 하부에는 금속 박막으로 이루어진 탐침(12)이 형성되며, 탐침(12)과 탐침(12) 사이에 에퍼처(13)가 형성된다. 그러나, 이 경우에도 탐침(12)의 에퍼처(13)에서 출력되는 레이저 빔의

투과율은 기존의 광섬유 탐침과 같이  $10^{-5}$ 이하이기 때문에, 투과율을 보다 더 향상시켜야 한다. 탐침(12) 끝부분의 구멍으로 투과되는 빛의 투과율을 향상시키기 위한 방법으로는 플라즈몬(Plasmon)을 여기(Excitation) 시키는 방법과 끝부분의 한 파장 크기에서부터 발생하는 광 손실 영역 (optical loss region)을 최소화하는 방법 등이 있다.

<22> 종래 기술의 제 3 실시예에서는 플라즈몬을 여기시키는 방법을 통하여 에퍼처의 투과율을 향상시키는 시도가 이루어졌다. 그러나, 플라즈몬 모드(Plasmon Mode)는 여기 효율이 입사 빔의 편광에 좌우되기 때문에 효과적으로 여기시키기 어려우며, 플라즈몬을 효과적으로 여기 시키기 위해서는 특별한 공정을 도입하여 여기될 수 있는 구조를 만들어야 한다.

<23> 종래 기술의 제 4 실시예로는, 탐침 끝 부분을 광 손실 영역을 최소화 할 수 있는 구조로 만들어 투과율이 높은 에퍼처를 만드는 방법이 있다. 광 손실 영역을 최소화하는 방법은 기존의 광섬유 탐침에서 도입된 방법으로, 다단계 습식 식각(Wet etching) 공정을 통해 아주 큰 끝각(Cone angle)을 가지는 구조로 에퍼처를 만든다. 1차 테이퍼(Taper) 영역에서는 반사막을 두어 입사되는 빛을 반사시키며, 2차 테이퍼 영역에서는 반사막으로 구성된 끝각(Cone angle)을 아주 크게 하여 광 손실 영역을 최대한 줄인다. 3차 테이퍼 영역에서는 탐침 모양으로 생긴 아주 작은 에퍼처를 두어 고투과율의 에퍼처를 만든다. 그러나, 이 경우에는 1차 테이퍼 영역의 크기에 따라 최적의 고투과율을 나타내는 에퍼처의 크기가 정해지며, 다만

계 습식 식각 공정에 따라 제작되기 때문에 제작 공정이 복잡하다. 또한, 탐침 끝부분의 크기가 아주 크기 때문에 탐침 방식의 광 정보저장에는 적용할 수는 문제점이 있다.

<24> 한편, 종래 기술의 제 5 실시예로 반도체 공정 및 습식 식각 공정을 이용하여 고투과율 에퍼처를 만들 수 있는 방법이 있다. 실리콘에 비등방성 식각 공정 및 저온 산화막 형성, 크롬(Cr)의 증착 및 습식식각 공정을 통해 탐침 끝부분을 끝각이 아주 큰 포물선 구조로 만들어 광 손실영역을 최소화할 수 있는 탐침을 제작한다. 그러나, 이러한 구조의 경우 저온 산화막 형성 공정을 포함하는 탐침 제조 공정이 까다로우며, 실제적으로 탐침 끝 부분의 모양을 포물선 모양으로 제조하기가 어려운 문제점이 있다.

<25> 지금까지의 종래 기술은 실물을 통해 투과율 증대를 확인한 반면, 이와는 별도로 상기의 큰 끝각(Cone angle)을 가지는 구조로 이루어진 에퍼처 제조 방법과 비슷한 방법을 개념적으로만 반도체 공정에 적용한 방법이 있다.

<26> 종래 기술의 제 6 실시예로써, 도 2를 참조하면, 실리콘 반도체 공정을 통해 비교적 큰 에퍼처(1mm 내지 2mm)를 만들고, 여기에 반사막을 코팅하는데, 이 구조가 상기 종래 기술의 제 4 실시예에서 서술한 1차 테이퍼 영역에 해당되는 역할을 하게 되고, 여기에 반사막 중심에 아주 작은 크기(60nm)의 구멍을 형성하여 고투과율의 에퍼처를 형성하는 방식이다. 이때, 반사막 위에 부가적으로 비선형 박막을 코팅하고, 비선형 박막을 통해 비선형 특성인 자체 집광(Self focusing)을 발생시켜 에퍼처의 광 투과율을 추가로 향상시킨다.

<27> 그러나, 이 방식은 먼저 1차 테이퍼 영역에 반사막을 형성하고 반사막에 에퍼처를 형성함으로써 고투과율 에퍼처가 형성할 수 있다고는 하지만, 실제로 적용하기에는 거의 불가능하다. 왜냐하면, 1차 반사막 만으로는 반사막에 의해 반사된 빛의 모드(mode)를 에퍼처에 존재할 수 있는 모드로 효과적으로 전이시킬 수 없다. 또한, 이러한 경우는 기존의 광섬유 탐침에서와 동일하게 광 손실이 아주 큰 영역이 계속 남아 있게 된다. 또한, 자체 집광을 유발하는 박막을 반사막 위에 추가로 얇게 코팅하여도, 실제적으로는 자체 집광 현상이 나타나지 않게 된다. 왜냐하면, 굴절률은 비선형 특성에 따라 공간적으로 다르게 나타나므로 이미 형성된 구조에서 굴절률은 공간적으로 다르게 변한다. 이로 인해 공간적으로 위상지연의 차이를 발생시켜 빔의 크기 및 모양이 이상한 형태로 변하여 자체 집광이 아닌 디포커싱(Defocusing)현상이 발생할 수 있으므로 빔의 크기가 커질 수 있다. 즉, 반사막 위에 비선형 박막이 코팅된 구조로는 빔의 크기를 줄이는데 한계(한 파장 정도까지의 크기)가 있기 때문에, 실제적으로는 그다지 광 투과율이 증가되지 않게 된다. 또한, 구조적으로 탐침 형태의 구조가 아니라 탐침 끝 부분이 아주 평탄한 구조이므로 탐침 방식 및 근접장 방식을 동시에 적용한 방식이나, 탐침 방식으로는 광 정보저장에 적용할 수 없는 문제점이 있다.

#### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<28> 따라서, 본 발명은 상기의 문제점을 해결하기 위하여 자체집광(Self focusing) 현상을 발생시키며 3차 비선형 계수가 큰 물질로 에퍼처를 완전히 매립하여 빔의 크기를 반 파장 정도의 크기로 줄이고 광 손실이 거의 없는 포물선

모양으로 빔을 모으므로써, 탐침 끝 부분의 에퍼처에 효과적으로 근접장을 여기시켜 기존 광섬유 탐침보다 투과율이 수백 배 이상 향상된 광정보 기록/재생 헤드 및 그 제조 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

<29> 본 발명에 따른 광정보 기록/재생 헤드는 끝단이 실리콘 기판과 연결되는 실리콘 증착층에 형성된 다수의 에퍼처와, 다수의 에퍼처가 형성된 영역의 실리콘 증착층 저면에 형성된 다수의 탐침과, 다수의 에퍼처에 매립된 비선형 물질을 포함하여 이루어진 것을 특징으로 한다.

<30> 본 발명의 다른 실시예에 따른 광정보 기록/재생 헤드는 끝단이 실리콘 기판과 연결되며 저면이 탐침의 형태로 이루어진 실리콘층과, 탐침 형태의 실리콘층에 형성된 다수의 에퍼처와, 다수의 에퍼처를 포함한 실리콘층 상에 형성된 금속 박막과, 다수의 에퍼처에 매립된 비선형 물질을 포함하여 이루어진 것을 특징으로 한다.

<31> 본 발명에 따른 광정보 기록/재생 헤드의 제조 방법은 실리콘 산화막 및 실리콘 증착층이 적층된 실리콘 기판이 제공되는 단계와, 실리콘 기판의 저면을 소정 깊이 식각하여 개구부를 형성하는 단계와, 개구부 상부에 위치하는 실리콘 증착층에 소정의 경사각을 갖는 에퍼처를 형성하는 단계와, 개구부를 통해 노출되

는 에퍼처 주변의 실리콘 증착층에 탐침을 형성하는 단계와, 에퍼처에 비선형 물질을 매립하는 단계를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 한다.

- <32>        상기의 비선형 물질은 자체 집광 현상을 발생시키며, 3차 비선형 계수가 아주 큰 물질을 사용한다. 예를 들어, 비선형 물질로  $As_2S_3$ 을 사용하며, 매립 시 온도는 약  $120^{\circ}C$ 를 유지하는 것을 특징으로 한다.

【발명의 구성 및 작용】

- <33>        본 발명은 자체집광 현상을 이용하여 광 정보의 기록 및 재생에 필요한 탐침의 광 투과율을 종래의 광섬유 탐침보다 100배 이상 향상시킨 고 투과율의 에퍼처가 포함된 광정보 기록/재생 헤드 및 그 제조 방법에 관한 것이다.
- <34>        또한, 본 발명은 종래의 기술처럼 투과율을 향상시키기 위하여 다단계 반도체 공정으로 탐침 끝 부분의 구조를 기계적으로 변형하지 않고, 간단한 반도체 공정을 통해 광학적으로 그 효과를 유도하여 투과율이 향상된 에퍼처를 제작할 수 있으며, 다중 배열이 가능한 고투과율의 에퍼처가 포함된 광정보 기록/재생 헤드 및 그 제조 방법에 대한 것이다.
- <35>        부가적으로, 자체집광 현상을 이용하여 투과율을 향상시킨 에퍼처는 다중 배열된 탐침형 근접장 헤드를 제작하는 경우에도 적용되고, 에퍼처에 유전 물질막을 형성한 후 유전 물질막 상에 금속 박막이 형성된 탐침형 헤드에도 적용될 수 있으

므로, 탐침형 방식(AFM 방식 : Atomic Force Microscopy)과 근접장 방식(NSOM 방식 : Near-Field Scanning Optical Microscopy)에 모두 적용할 수 있다.

<36> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 더욱 상세히 설명하기로 한다.

<37> 도 3은 본 발명에 따른 광정보 기록/재생 헤드의 구조를 설명하기 위한 시도이다.

<38> 도 3을 참조하면, 광정보 기록/재생 헤드의 구조는 크게 두 부분으로 나누어진다. 실리콘 기판(21)으로 이루어져 최종적으로 헤드의 홀더(Holder)이 되는 하부 구조와, 역사다리꼴 구조로 이루어져 비선형 물질(28)이 채워지는 다수의 에퍼처(25)와 금속 박막(27)으로 이루어진 탐침이 형성되어 끝단이 하부 구조로 연결되는 상부 구조로 나누어진다.

<39> 상부 구조는 실리콘 증착층(23)으로 이루어지며, 하부 구조와 상부 구조의 경계에는 실리콘 산화막(22)이 형성된다. 상부 구조의 저면에는 금속 박막(27)으로 이루어진 다수의 탐침이 형성된다. 식각 공정을 통해 실리콘 증착층(23)에 형성된 역사다리꼴 구조의 에퍼처(25)에 매립된 비선형 물질(28)은 상부 구조인 실리콘 증착층(23)의 저면으로 일부가 노출된다.

<40> 이하, 상기의 광정보 기록/재생 헤드를 제조하는 방법을 설명하기로 한다.

- <41> 도 4a 내지 도 4i는 본 발명에 따른 광정보 기록/재생 헤드의 제조 방법을 설명하기 위한 단면도로써, 도 3에 도시된 광정보 기록/재생 헤드가 X-X'방향으로 절취된 상태를 기준으로 하여 제조되는 과정을 단계적으로 도시하고 있다.
- <42> 도 4a를 참조하면, 실리콘 기판(21) 상에 실리콘 산화막(22)을 형성한 후 실리콘 산화막(22) 상부에 실리콘을 증착하여 실리콘 증착층(23)을 형성한다. 실리콘 기판(21)의 저면과 실리콘 증착층(23)의 상부에 제 1 및 제 2 나이트라이드막(24a 및 24b)을 형성한 후 실리콘 기판(21)의 저면에 형성된 제 1 나이트라이드막(24a)을 패터닝하여 실리콘 기판(21) 저면의 소정 영역을 노출시킨다. 이때, 노출되는 실리콘 기판(21) 저면의 넓이는 1 내지  $10\text{mm}^2$ 로 한다.
- <43> 상기에서, 나이트라이드막 대신에 실리콘 산화막이나 실리콘 나이트라이드막을 사용할 수도 있다.
- <44> 도 4b를 참조하면, 실리콘 기판(21)의 노출된 저면을 1차 식각 공정으로 식각한다. 실리콘 기판(21) 저면은 100 내지  $1000\mu\text{m}$  정도 식각되며, 빗면(21a)은 실리콘의 (111)면이 된다.
- <45> 1차 식각 공정은 습식 식각으로 실시하며, 실리콘 산화막(22)으로부터 소정의 두께만큼 실리콘 기판(21)을 잔류시킨다. 이는 실리콘 증착층(23)이 상대적으로 실리콘 기판(21)의 두께보다 아주 얇게 형성되므로, 실리콘 증착층(23)을 물리적으로 보호하기 위함이다.



- <46> 도 4c를 참조하면, 실리콘 증착층(23) 상부에 형성된 제 2 나이트라이드막(24b)을 패터닝하여 실리콘 증착층(23)의 소정 영역을 노출시킨 후 2차 식각 공정을 통해 다수의 에퍼처(25)를 형성한다.(도면에서는 하나만 도시됨)
- <47> 이때, 2차 식각 공정은 습식 식각으로 실시한다. 2차 식각 공정의 레시피에 따라 에퍼처(25)는 역 사다리꼴 모양으로 형성되며, 에퍼처(25)의 저면에는 실리콘 산화막(22)이 노출된다. 이때, 제 1 나이트라이드막(24a)이 형성되지 않은 실리콘 기판(21)의 저면에서도 식각이 진행되어, 잔류하던 실리콘 기판이 제거되고 실리콘 산화막(22)의 저면이 노출된다. 이로써, 실리콘 기판(21)은 에퍼처(25)를 중심으로 나누어진다.
- <48> 에퍼처(25)의 밑변은 10 내지 100nm의 크기로 형성되며, 에퍼처(25)의 상부는 1 $\mu$ m 내지 100 $\mu$ m의 크기로 형성된다. 이때, 도파로 역할을 하는 에퍼처(25)의 깊이는 1 $\mu$ m 내지 10 $\mu$ m이다.
- <49> 도 4d를 참조하면, 제 1 및 제 2 나이트라이드막(24a 및 24b)실리콘 기판(21)의 저면에 노출된 실리콘 산화막(22)을 제거한다.
- <50> 도 4e를 참조하면, 에퍼처(25)를 포함한 실리콘 증착층(23) 상부에 유전체막(26)을 형성한다. 유전체막(26)은 에퍼처(25)와 또 다른 에퍼처(도시되지 않음) 사이의 실리콘 증착층(23)의 소정 영역을 노출시키는 패턴으로 형성된다.
- <51> 도 4f를 참조하면, 실리콘 증착층(23) 저면의 노출된 부분을 식각 공정으로 소정의 두께만큼 제거한다. 실리콘 증착층(23)의 상부는 유전체막(26)에 의해 식각되지 않고, 유전체막(26)이 형성되지 않은 에퍼처(25)와 또 다른 에퍼처 사이

의 영역의 실리콘 증착층(23)은 완전히 식각되어 제거된다. 이때, 에퍼처(25)에 형성된 유전체막(26)은 식각되지 않고, 역사다리꼴의 형태를 그대로 유지한다.

<52> 도 4g를 참조하면, 실리콘 증착층(23)의 저면 및 유전체막(26)의 저면에 금속 박막(27)을 형성한다. 이로써, 금속 박막(27)으로 이루어진 탐침이 형성된다.

<53> 금속 박막(27)은 광학적으로 회절한계를 극복하기 위하여 형성하며, 알루미늄을 사용하여 약 100nm 정도의 두께로 형성한다.

<54> 도 4h를 참조하면, 에퍼처(25)에 비선형 물질(28)을 매립한다.

<55> 비선형 물질(28)은 자체집광(Self focusing) 현상을 발생시키는 물질로써, 3차 비선형 계수가 아주 큰 물질을 사용한다. 예를 들어, 3차 비선형 계수가 큰 물질로는  $AS_2S_3$ 가 있으며, 에퍼처(25)를  $AS_2S_3$ 로 매립할 때의 온도는 약  $120^{\circ}C$ 를 유지한다. 이때, 비선형 물질(28)을 매립할 때 에퍼처(25)를 완전히 매립시키지 않으면 한 파장 정도까지의 크기로 빔을 자체 집광 할 수 없으므로, 에퍼처(25)를 비선형 물질(28)로 완전히 매립한다.

<56> 도 4i를 참조하면, 한 쪽 부분의 실리콘 기판(21)과 실리콘 기판(21) 상부의 실리콘 산화막(22), 실리콘 증착층(23) 및 유전체막(26)을 제거한다. 이로써, 도 3에 도시된 광정보 기록/재생 헤드가 제조된다.

<57> 상기의 공정을 통해 실리콘 증착층(23)에 약 100nm 이하의 크기로 형성된 에퍼처(25)의 근처에 도달하는 빔의 모양은 입사되는 빔의 크기, 입사 세기, 및 3차 비선형 계수의 크기에 따라 결정된다. 높은 투과율을 갖는 에퍼처(25)를 형

성하기 위해서는, 에퍼처(25) 근처에 도달하는 빔의 형태가 끝각이 아주 큰 포물선 구조를 갖는 형태가 되어야 한다.

<58> 도 5는 비선형 물질이 매립된 에퍼처 내에서 발생하는 자체 집광 현상을 도시한 상태도이다.

<59> 도 5를 참조하면, 비선형 물질(28)로 매립된 에퍼처(25)에서 에퍼처(25)의 밀변에 도달하는 빔이  $\theta$  보다 큰  $\theta_f$  의 각도로 입사되며, 아주 큰 끝각을 갖는 포물선 구조를 갖는다. 또한 그 크기는 약 반 파장 정도의 크기를 가지게 됨을 알 수 있다. 따라서, 기존 광섬유 탐침의 투과율보다 수백 배 이상 향상된 고투과율 에퍼처를 형성할 수 있다. 결국, 에퍼처(25)의 투과율을 향상시키기 위해서는, 도 5에서 도시한 바와 같이, 에퍼처(25)의 밀변에 도달하는 빔은 아주 큰 끝각을 갖는 포물선 구조로 입사되어야 한다.

<60> 도 6은 에퍼처의 크기에 따라 투과율을 나타낸 특성 그래프이다.

<61> 도 6을 참조하면, 계산된 투과율에 의해 에퍼처의 투과율이 수백 배 이상 향상될 수 있음을 나타내고 있다.

<62> 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 광정보 기록/재생 헤드의 구조를 설명하기 위한 사시도이다.

<63> 도 7을 참조하면, 광정보 기록/재생 헤드의 구조는 크게 두 부분으로 나누어진다. 실리콘 기판(61)으로 이루어져 최종적으로 헤드의 홀더(Holder)이 되는 하부 구조와, 역사다리꼴 구조로 이루어져 비선형 물질(68)이 채워지는 다수의

에퍼처(65)가 형성되고 저면이 탐침 구조로 이루어져 실제로 탐침(63a) 역할을 하며 끝단이 하부 구조로 연결되는 상부 구조로 나누어진다.

<64> 도 3에서와 마찬가지로, 상부 구조는 실리콘 증착층(63)으로 이루어지며, 하부 구조와 상부 구조의 경계에는 실리콘 산화막(62)이 형성된다. 식각 공정을 통해 실리콘 증착층(63)에 형성된 역사다리꼴 구조의 에퍼처(65)에 매립된 비선형 물질(68)은 상부 구조인 실리콘 증착층(63)의 저면으로 일부가 노출된다. 도 3에 도시된 광정보 기록/재생 헤드와 다른 점은, 식각 공정에 의해 실리콘 증착층(63)의 저면이 탐침형 구조로 형성되므로, 금속 박막을 이용하여 따로 탐침을 형성할 필요가 없다. 결국, 탐침의 홀더 역할을 하는 실리콘 증착층(63)이 탐침의 역할까지 하므로써 탐침의 홀더와 탐침이 일체형으로 형성되는 효과를 얻을 수 있다.

<65> 이하, 상기의 광정보 기록/재생 헤드를 제조하는 방법을 설명하기로 한다.

<66> 도 8a 내지 도 8g는 본 발명의 다른 실시예에 따른 광정보 기록/재생 헤드의 제조 방법을 설명하기 위한 단면도로써, 도 7에 도시된 광정보 기록/재생 헤드가 Y-Y' 방향으로 절취된 상태를 기준으로 하여 제조되는 과정을 단계적으로 도시하고 있다.

<67> 도 8a 내지 도 8d에 도시된 공정 단계는 도 4a 내지 도 4e에 설명한 공정 단계가 동일하게 적용되므로 설명을 생략하기로 한다.

- <68> 도 8e를 참조하면, 식각 공정을 통해 실리콘 증착층(63) 저면의 노출된 부분을 식각 공정으로 목표 두께만큼 제거하되, 에퍼처(65)가 형성된 부분에서는 소정의 두께를 유지하면서 실리콘 증착층(63)의 저면이 에퍼처(65)의 경사각으로 식각되도록 한다. 이로써, 에퍼처(65)의 하부에 소정의 두께로 잔류하는 실리콘 증착층(63)으로 이루어진 탐침(63a)이 형성된다.
- <69> 이때, 실리콘 증착층(63)의 상부는 유전체막(66)에 의해 식각되지 않고, 유전체막(66)이 형성되지 않은 에퍼처(65)와 또 다른 에퍼처 사이의 영역의 실리콘 증착층(63)은 완전히 식각되어 제거된다.
- <70> 도 8f를 참조하면, 에퍼처(65)가 형성된 영역을 포함한 유전체막(66) 상에 금속 박막(67)을 형성한다. 이후, 에퍼처(65)를 비선형 물질(68)로 완전히 매립한다.
- <71> 금속 박막(67)은 에퍼처(65)의 투과율을 보다 더 향상시키기 위하여 형성하며, 알루미늄을 사용하여 약 100nm정도의 두께로 형성한다.
- <72> 비선형 물질(68)은 도 4h에서와 같이, 자체집광(Self focusing) 현상을 발생시키는 물질로써, 3차 비선형 계수가 아주 큰 물질을 사용하며, 예로써, 약 120℃의 온도를 유지하면서 3차 비선형 계수가 큰 물질로  $AS_2S_3$ 를 사용해 에퍼처(65)를 완전히 매립한다. 이때, 비선형 물질(68)을 매립할 때 에퍼처(65)를 완전히 매립시키지 않으면 한 파장 정도까지의 크기로 빔을 자체 집광 할 수 없으므로, 에퍼처(65)를 비선형 물질(68)로 완전히 매립한다.

<73> 도 8g를 참조하면, 한 쪽 부분의 실리콘 기판(61)과 실리콘 기판(61) 상부의 실리콘 산화막(62), 실리콘 증착층(63), 유전체막(66) 및 금속 박막(67)을 제거한다. 이로써, 도 7에 도시된 광정보 기록/재생 헤드가 제조된다.

<74> 마찬가지로, 상기의 공정을 통해 실리콘 증착층(63)에 약 100nm 이하의 크기로 형성된 에퍼처(65)의 근처에 도달하는 빔의 모양도 입사되는 빔의 크기, 입사 세기, 및 3차 비선형 계수의 크기에 따라 결정된다.

#### 【발명의 효과】

<75> 상술한 바와 같이, 본 발명은 에퍼처에 비선형 물질을 매립하여 투과율을 향상시키며, 여러 개로 배열된 에퍼처를 이용함으로써 고밀도의 광정보를 아주 빠른 속도로 기록/재생할 수 있다. 예를 들어, 에퍼처의 크기가 약 50nm일 경우, 기록 밀도는 수백 기가 bit/inch<sup>2</sup>가 될 수 있다. 이는 현재의 정보 저장능력의 한계를 넘어선 것이다. 또한, 고투과율 에퍼처는 고밀도 광 정보 저장 장치의 헤드뿐만 아니라, 기타 고 분해능의 물성 분석 등에 추가로 사용될 수 있다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

홀더로 이용되는 실리콘 기판과,

상기 실리콘 기판에 일측 단부가 고정되며 다수의 에퍼처가 형성된 실리콘 증착층과,

상기 에퍼처 하부의 상기 실리콘 증착층에 탐침 형태로 형성된 금속 박막으로 이루어지며, 상기 에퍼처 내부에 비선형 물질이 매립된 것을 특징으로 하는 광정보 기록/재생 헤드.

【청구항 2】

홀더로 이용되는 실리콘 기판과,

상기 실리콘 기판에 일측 단부가 고정되며 다수의 에퍼처가 형성되고 상기 에퍼처 하부가 탐침 형태로 돌출된 실리콘층과,

상기 에퍼처를 포함하는 상기 실리콘층 상에 형성된 금속 박막으로 이루어지며, 상기 에퍼처 내부에 비선형 물질이 매립된 것을 특징으로 하는 광정보 기록/재생 헤드.

【청구항 3】

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 에퍼처는 역사다리꼴 형태로 이루어진 것을 특징으로 하는 광정보 기록/재생 헤드.

**【청구항 4】**

제 3 항에 있어서,

상기 에퍼처 밑변의 길이는 10 내지 100nm인 것을 특징으로 하는 광정보 기록/재생 헤드.

**【청구항 5】**

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 비선형 물질은 자체 집광 현상을 유도하며, 3차 비선형 계수가 큰 물질인 것을 특징으로 하는 광정보 기록/재생 헤드.

**【청구항 6】**

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 비선형 물질은  $\text{As}_2\text{S}_3$ 인 것을 특징으로 하는 광정보 기록/재생 헤드.

**【청구항 7】**

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,



상기 금속 박막은 알루미늄인 것을 특징으로 하는 광정보 기록/재생 헤드.

**【청구항 8】**

실리콘 산화막 및 실리콘 증착층이 적층된 실리콘 기판이 제공되는 단계와,  
상기 실리콘 기판의 저면을 소정 깊이 식각하여 개구부를 형성하는  
단계와,

상기 개구부 상부에 위치하는 상기 실리콘 증착층에 소정의 경사각을 갖는  
에퍼처를 형성하는 단계와,

상기 개구부를 통해 노출되는 상기 에퍼처 주변의 상기 실리콘 증착층에  
탐침을 형성하는 단계와,

상기 에퍼처에 비선형 물질을 매립하는 단계를 포함하여 이루어진 것을 특  
징으로 하는 광정보 기록/재생 헤드의 제조 방법.

**【청구항 9】**

제 8 항에 있어서,

상기 개구부의 잔류된 실리콘 기판은 상기 에퍼처를 형성하는 과정에서 완  
전히 제거되는 것을 특징으로 하는 광정보 기록/재생 헤드의 제조 방법.

**【청구항 10】**

제 8 항에 있어서,

상기 에퍼처는 밑변의 길이가 10 내지 100nm이고, 윗변의 길이가 1 $\mu$ m 내지 100 $\mu$ m인 역사다리꼴 형태로 형성된 것을 특징으로 하는 광정보 기록/재생 헤드의 제조 방법.

**【청구항 11】**

제 8 항에 있어서,

상기 탐침은 상기 실리콘 증착층으로 이루어지며, 상기 개구부를 통해 노출되는 상기 에퍼처 주변의 상기 실리콘 증착층을 상기 에퍼처의 경사각과 동일한 경사각으로 식각하여 형성되는 것을 특징으로 하는 광정보 기록/재생 헤드의 제조 방법.

**【청구항 12】**

제 8 항에 있어서,

상기 탐침은 금속 박막을 이루어지며, 상기 개구부를 통해 노출되는 상기 에퍼처 주변의 상기 실리콘 증착층을 소정 깊이 식각하는 단계 및 상기 개구부를 통해 노출되는 상기 실리콘 증착층에 탐침 형태의 금속 박막을 형성하는 단계를 통해 형성되는 것을 특징으로 하는 광정보 기록/재생 헤드의 제조 방법.

**【청구항 13】**

제 8 항에 있어서,

상기 비선형 물질은 자체 집광 현상을 유도하며, 3차 비선형 계수가 큰 물질인 것을 특징으로 하는 광정보 기록/재생 헤드의 제조 방법.

【청구항 14】

제 8 항에 있어서,

상기 비선형 물질은  $\text{As}_2\text{S}_3$ 이며, 약  $120^\circ\text{C}$ 의 온도에서 매립되는 것을 특징으로 하는 광정보 기록/재생 헤드의 제조 방법.

【청구항 15】

제 8 항에 있어서,

상기 탐침을 형성한 후 상기 에퍼처를 포함한 상기 실리콘 증착층 상부에 금속 박막을 형성하는 단계를 더 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 광정보 기록/재생 헤드의 제조 방법.

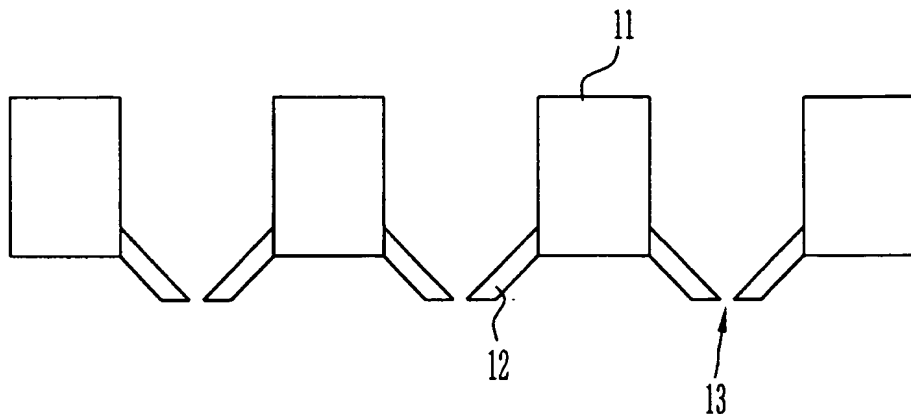
【청구항 16】

제 12 항 또는 제 15 항에 있어서,

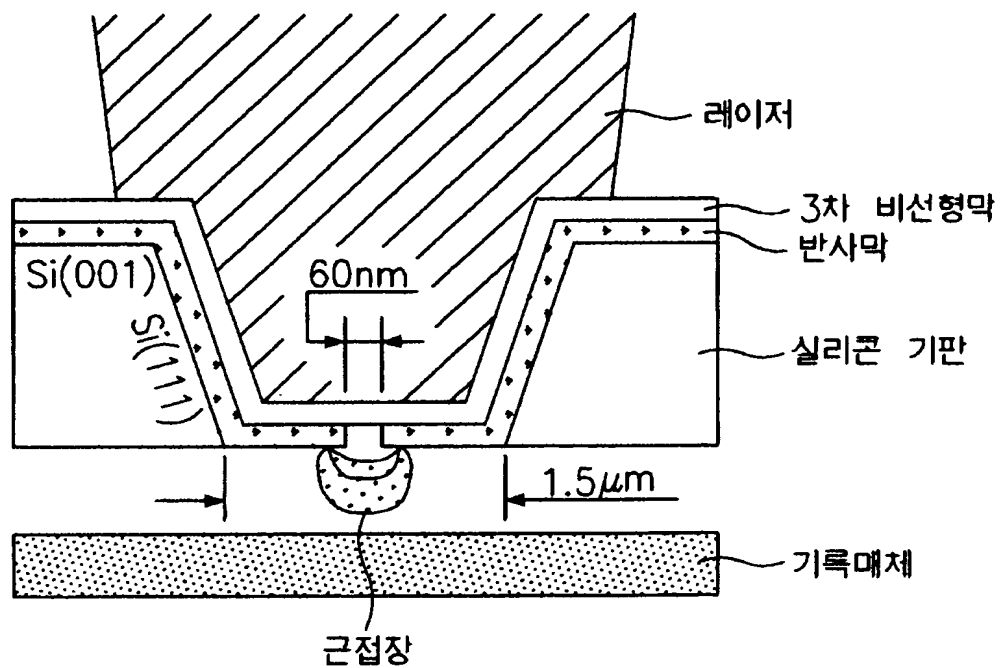
상기 금속 박막은 알루미늄으로 이루어진 것을 특징으로 하는 광정보 기록/재생 헤드의 제조 방법.

【도면】

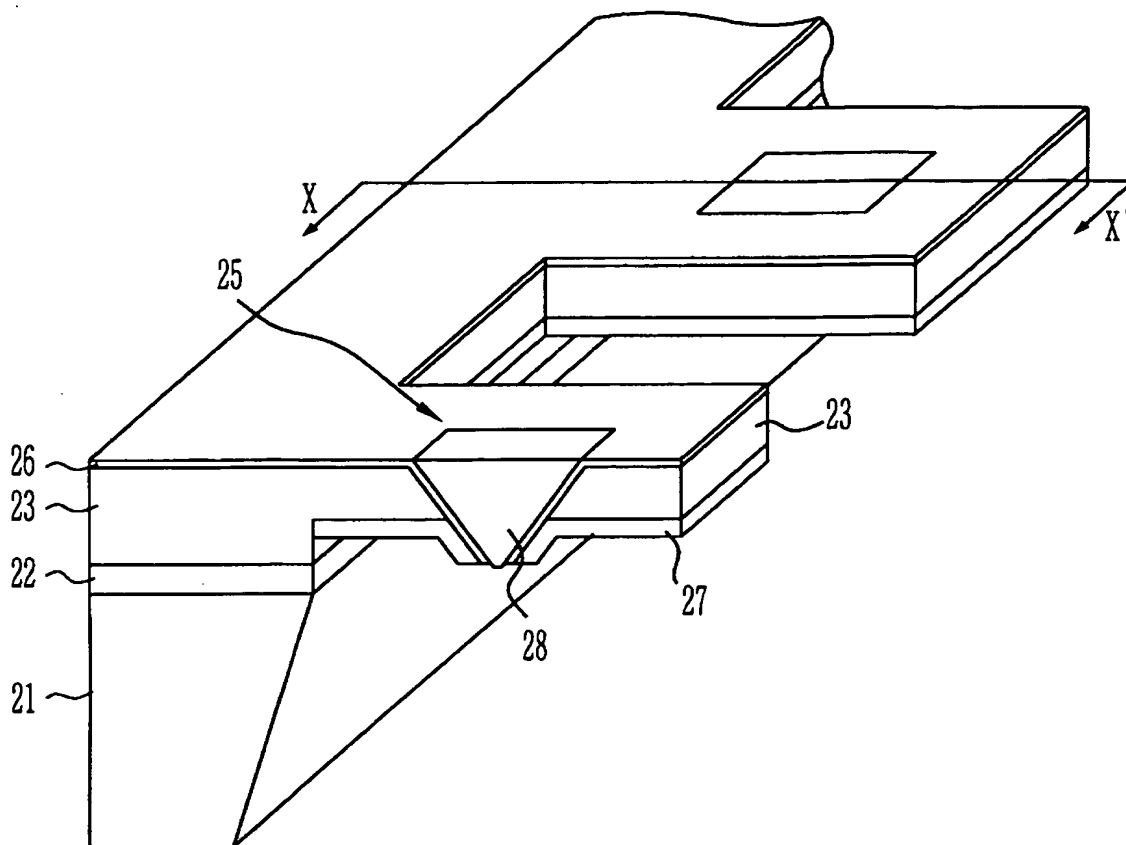
【도 1】



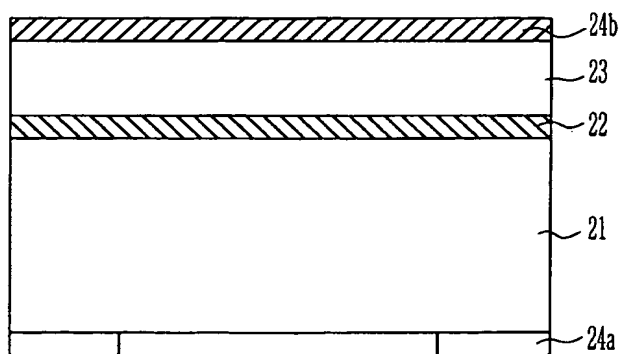
【도 2】



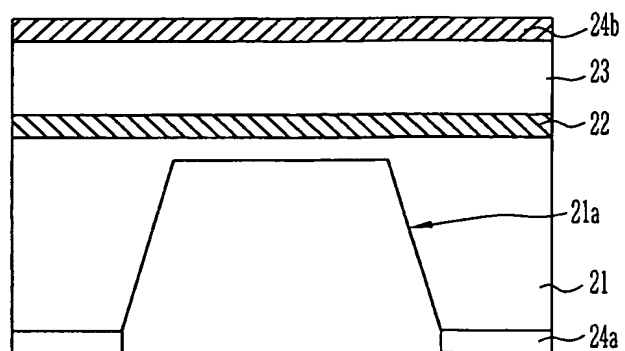
【도 3】



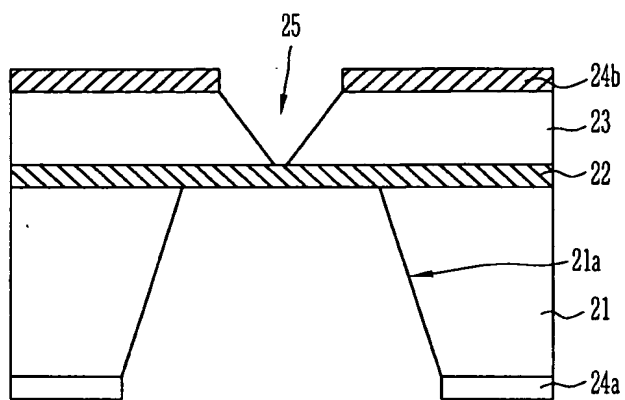
【도 4a】



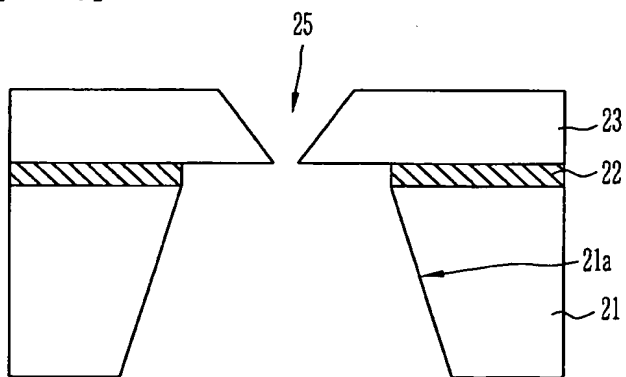
【도 4b】



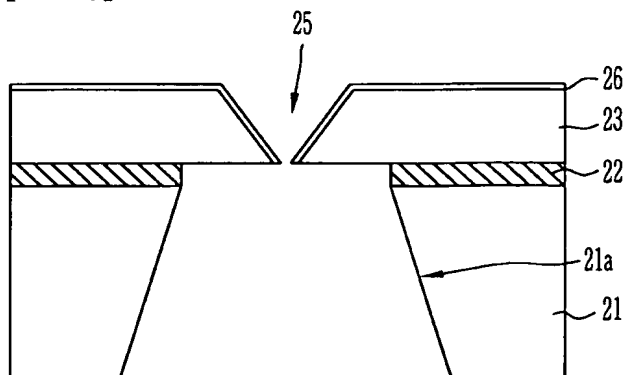
【도 4c】



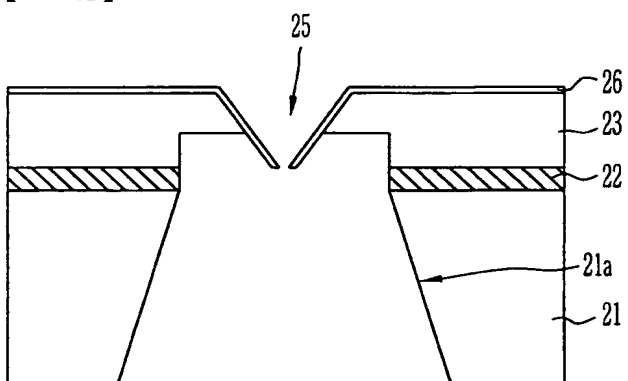
【도 4d】



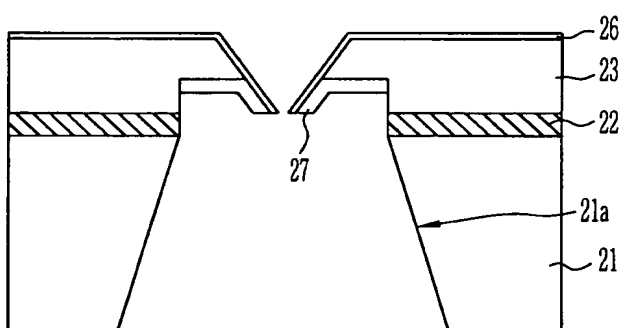
【도 4e】



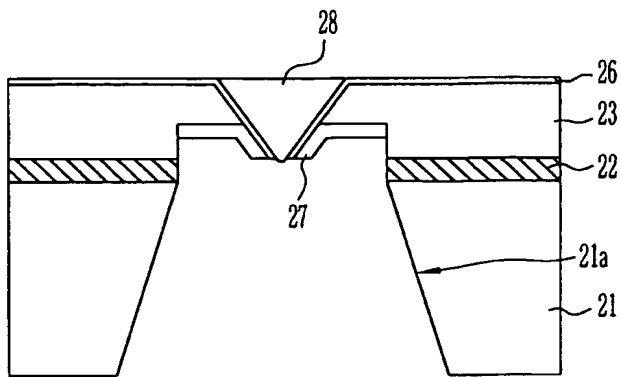
【도 4f】



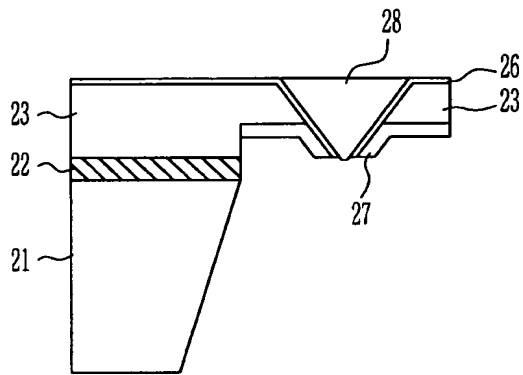
【도 4g】



【도 4h】

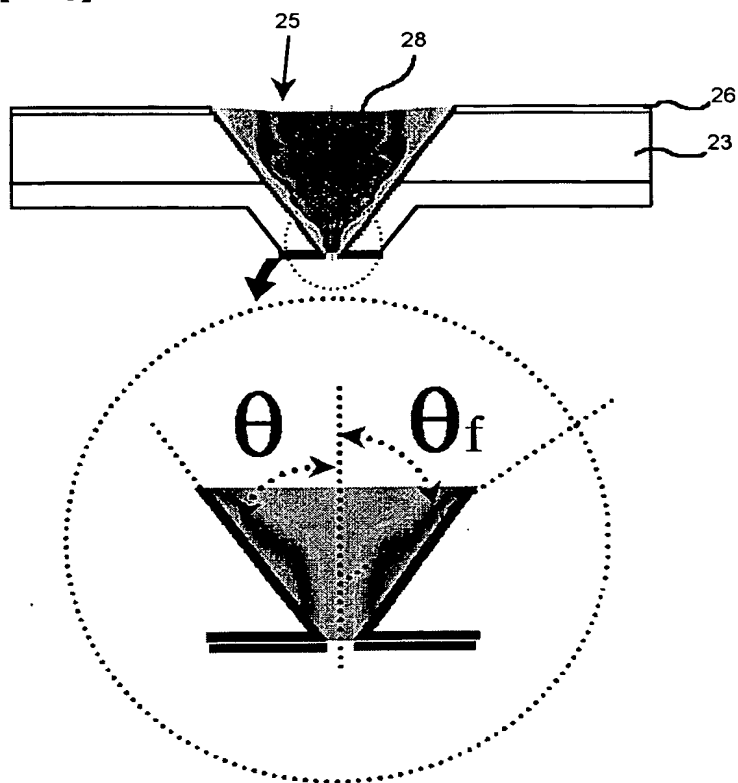


【도 4i】

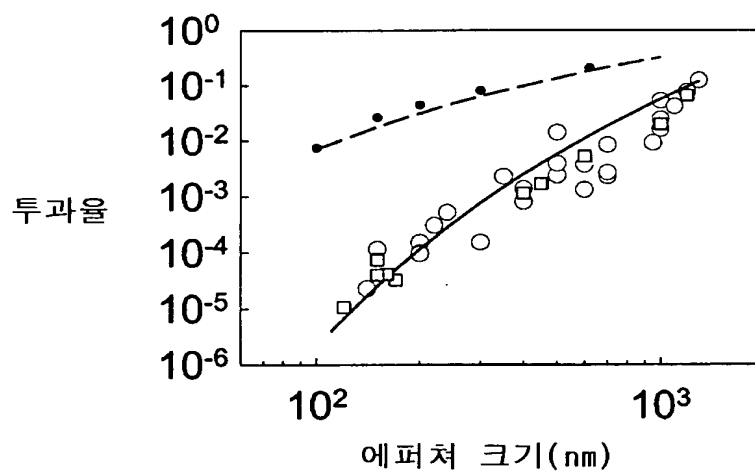




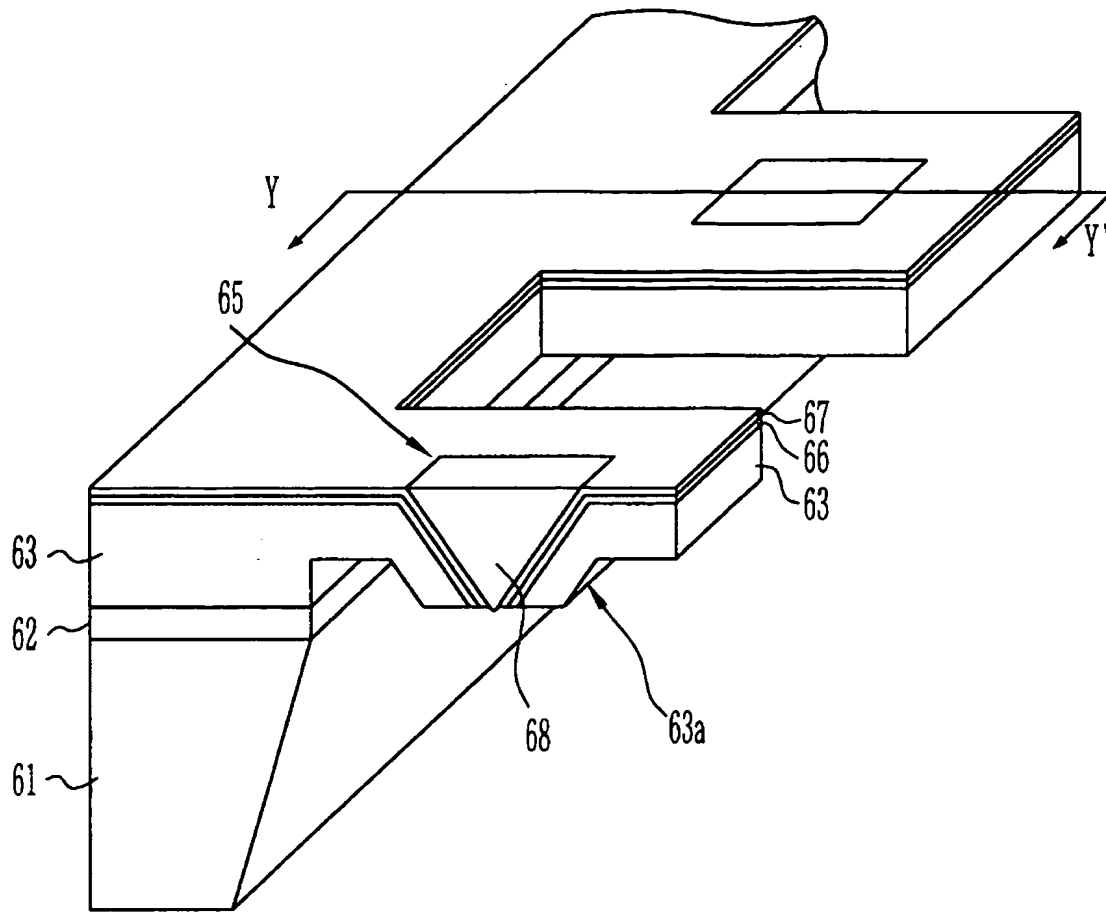
【도 5】



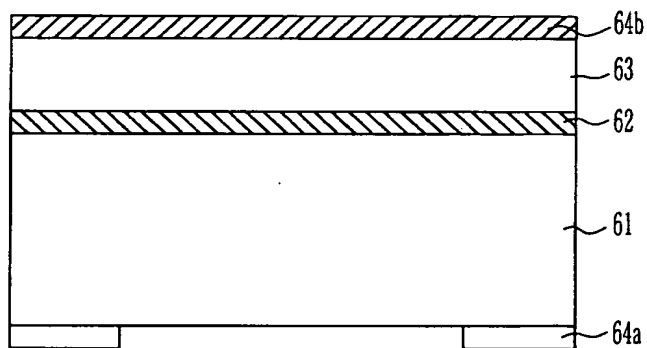
【도 6】



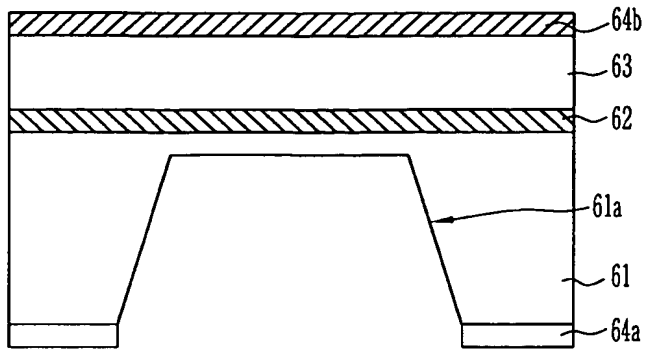
【도 7】



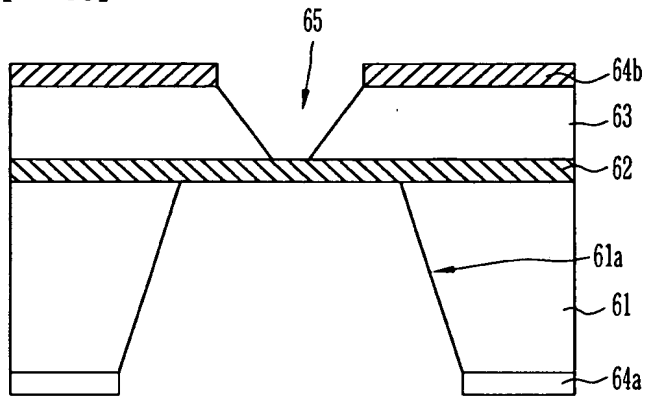
【도 8a】



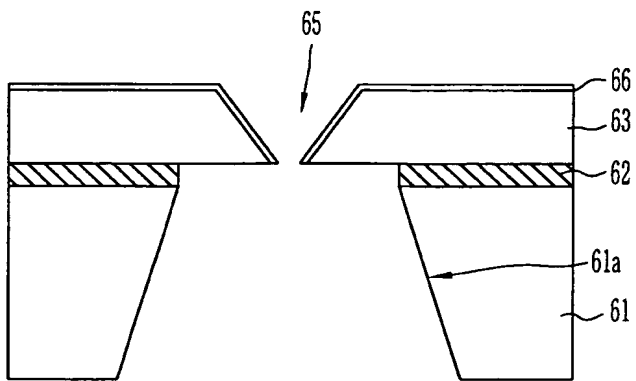
【도 8b】



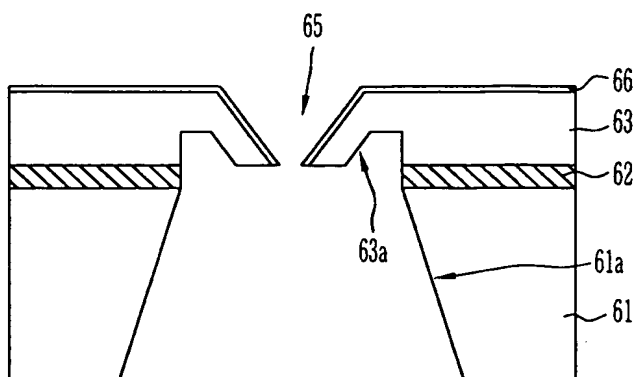
【도 8c】



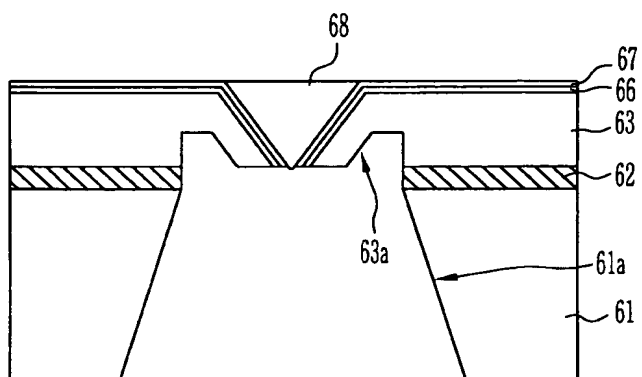
【도 8d】



【도 8e】



【도 8f】



【도 8g】

